Prof. Huxley

Biologisches Centralblatt

unter Mitwirkung von

Dr. M. Reess und **Dr. E. Selenka**

Prof. der Botanik — Prof. der Zoologie

herausgegeben von

Dr. J. Rosenthal

Prof. der Physiologie in Erlangen.

Jährlich 24 Nummern von je 2 Bogen. Preis des Jahrgangs 16 Mark.
Zu beziehen durch alle Buchhandlungen und Postanstalten.

I. Jahrg. **31. August 1881.** **Nr. 10.**

Inhalt: **Berthold**, Die Befruchtungsvorgänge bei den Algen. — **Bütschli**, Beiträge zur Kenntniss der Fischpsorospermien. — **Biedermann**, Ueber mechanische, thermische und chemische Nervenreizung (Schluss). — **Leeser**, Die Pupillarbewegungen in physiologischer und pathologischer Beziehung. — **Schmidt-Mülheim**, Das Eiweiss auf seiner Wanderung durch den Tierkörper I. — Erklärung. — Berichtigungen.

Die Befruchtungsvorgänge bei den Algen.

Von

Dr. G. Berthold in Göttingen.

Es hat lange gedauert bis die Ansicht von der Geschlechtlichkeit der Pflanzen, auf welche man schon früh aus Analogie mit den Tieren geschlossen hatte, unter den Botanikern allgemein Geltung erlangte. Noch in den ersten Jahrzehnten unseres Jahrhunderts wurde mit Heftigkeit über das Vorhanden- und Nichtvorhandensein einer geschlechtlichen Differenzirung bei den Phanerogamen gestritten. Dass unter solchen Umständen die größte Unsicherheit über die Organe, welche als geschlechtliche aufzufassen seien, sowie über die Natur der bei der Befruchtung erfolgenden Vorgänge überhaupt bestand, bedarf keiner weitern Hervorhebung.

Erst die Entdeckung der Antheridien und Spermatozoiden der Farnkräuter durch Naegeli (Zeitschr. f. wiss. Bot. von Naeg. und Schleiden Heft I. 1844) und der Archegonien derselben durch Leszczyc-Sumiński (Zur Entwicklungsgeschichte der Farnkräuter, Berlin 1848) gaben den Vorstellungen eine festere Form: man fand Organe, welche den Spermatozoiden und Eiern der Tiere vollkommen entsprachen, über deren Deutung man deshalb nicht im Zweifel sein konnte. Bald wurde durch die vereinten Bemühungen hervorragender Forscher, wie Hofmeister, Mettenius, Milde, Schacht, Thuret, die allgemeine Verbreitung dieser Organe bei den höhern

Cryptogamen nachgewiesen und so die Ueberzeugung von dem Geschlecht derselben fest begründet. Nur für die niedern Cryptogamen blieben solche Organe noch unbekannt und aus naturgemäßer Reaktion gegen das kritiklose Vorgehen der frühern Zeiten wurde denselben jetzt von den bedeutendsten Botanikern das Geschlecht überhaupt abgesprochen. Doch war für die Florideen von Naegeli 1847 in seinen „Neueren Algensystemen“ und für die Fucaceen von Thuret und Decaisne (Ann. des sciences nat., Botan. 1845) die Geschlechtlichkeit auf Grund des Nachweises von Fortpflanzungskörpern, welche von ihnen für Samenkörper erklärt wurden, angenommen worden. Die später von Thuret veröffentlichten Versuche (Note sur la fécondation des Fucacées. Mém. de la soc. d. sc. nat. de Cherbg. Tome I, 1853), wonach bei den Fucaceen die großen Sporen nur keimten, wenn sie nicht von den Spermatozoiden abgeschlossen wurden, gaben zwar einen unwiderleglichen Beweis für die geschlechtliche Funktion derselben, ließen aber doch die Hauptfrage nach der Art der Einwirkung der Geschlechtsprodukte aufeinander unbeantwortet.

Auch die zahlreichen in der ersten Hälfte der fünfziger Jahre von zoologischer Seite unternommenen Untersuchungen (Man vergl. in Betreff derselben Radlkofer, der Befruchtungsprozess im Pflanzenreiche etc. p. 68 ff., wo auch die betreffende Literatur angegeben ist.) über den Befruchtungsvorgang zeigten nur, dass das Spermatozoid unmittelbar mit dem Dotter des Eies in Berührung trete, sie gaben keinen Aufschluss darüber, was aus demselben weiter werde, ob es sich mit dem Dotter vermische oder außerhalb desselben zu Grunde gehe, ob es nur nach Art eines Ferments anregend auf die Bewegung im Ei wirke, oder ob die Substanz desselben direkt bei der Bildung des Embryos beteiligt sei. Dagegen war eine dritte, von Burmeister (Abhandl. der Nat. Ges. zu Halle 2. Ad.) aufgestellte Ansicht, wonach aus dem Spermatozoid der wirkliche Keim hervorgehen solle und das weibliche Individuum denselben nur groß ziehe und entwickle, — eine Ansicht, welche sich auch Schacht (Ueber die Befr. von Pedic. silv. Flora 1855) für die Phanerogamen angeeignet hatte, — durch die vorliegenden Beobachtungen hinreichend widerlegt worden.

Epochemachend waren unter diesen Umständen nicht allein für die Kenntniss des Geschlechts bei den Algen, sondern überhaupt für den tiefern Einblick in das Wesen des Befruchtungsprozesses in den beiden organischen Naturreichen die Beobachtungen Pringsheims über den Befruchtungsprozess bei *Vaucheria sessilis* (Ueber die Befruchtung und Keimung der Algen und das Wesen des Zeugungsakts. Monatsber. der Berl. Akad. 1855) und bald darauf bei *Oedogonium ciliatum* (Ueber Befruchtung und Generationswechsel der Algen, Berl. Monatsber. 1856).

Besonders bei der letztern Pflanze lieferte Pringsheim mit voller

Sicherheit durch die Beobachtung den Beweis, dass bei der Befruchtung die stoffliche Vereinigung der Zeugungskörper erfolge. Bald verstummte der Widerspruch, den diese Angaben zuerst allseitig hervorriefen; von Braun, Schenk, de Bary, Hofmeister, Cohn, Radlkofer, Thuret, welche zum Teil anfangs Pringsheim's Ansicht von der stofflichen Vereinigung von Sperma und Ei lebhaft entgegengetreten waren, liefen bestätigende Mitteilungen ein.

Pringsheim's Monographien über die Oedogonieen (Jahrb. f. wiss. Bot. I) und die Coleochaeteen (ebendas. Bd. II) lieferten den Nachweis von dem allgemeinen Vorhandensein des Geschlechts in diesen beiden Familien; noch blieben aber die Verhältnisse für eine große Menge von Algen, bei denen zwar kleinere, die Deutung als Spermatozoiden zulassende Fortpflanzungskörper bekannt waren, dagegen die ruhenden Eier fehlten, in Dunkel gehüllt, und erst nach Jahren gelang es demselben Forscher auch hier Licht zu schaffen, durch die zweite auf diesem Gebiet nicht minder epochemachende Entdeckung von der Paarung der Schwärmer bei *Pandorina morum* (Berl. Monatsber. 1869).

Bisher waren die Bewegungslosigkeit der weiblichen Zelle und ihre im Verhältniss zu den Samenkörpern bedeutende Größe als wesentliche Charaktere derselben erschienen, die vorliegende Entdeckung aber und die bald darauf erfolgenden Nachweise desselben Vorgangs bei einer größern Zahl von Formen, mit der Auffindung mehrerer Uebergangsstufen, lehrten beide als unwesentlich erkennen. Hiemit war die Bahn gebrochen für eine allgemeinere Auffassung über das Wesen des Befruchtungsvorgangs, und längst bekannte Tatsachen, die Copulation der Conjugaten und Diatomeen, erschienen in einem neuen Lichte. Denn während die ersten Beobachter der Copulationsvorgänge bei den Spirogyren geneigt gewesen waren dieselben als Geschlechtsakte aufzufassen, wurde von den Spätern diese Ansicht mit Entschiedenheit bekämpft, so schon von Vaucher im vorigen Jahrhundert, später besonders von Kützing, Naegeli, Braun, Schleiden und Mohl. So drang de Bary, welcher in seiner Monographie über die Conjugaten (1858) die Conjugation als einen Befruchtungsprocess auffasste, mit dieser Ansicht vorläufig nicht allgemein durch.

Für die Fucaceen machte zuerst, wie schon oben erwähnt, Thuret auf wahrscheinliche Geschlechtsverhältnisse aufmerksam; auch die Entdeckung der geschlechtlichen Vorgänge bei den Florideen verdanken wir diesem, um die Kenntniss der Algenwelt so hoch verdienten Forscher. Derselbe fand, dass die bei diesen Algen schon lange bekannten und als Spermatozoiden gedeuteten farblosen Zellchen, welche aus ihrer Mutterzelle ausgestoßen werden, aber ohne Bewegung sind, mit dem Haar des durch Naegeli (Münchener Sitzungsberichte 1861) näher bekannt gewordenen Trichophorapparats ver-

schmelzen, und dass die Kapselfrucht erst infolge dieser Vereinigung zur Entwicklung gelangt.

Vorstehendes gibt im Wesentlichen den geschichtlichen Verlauf des Nachweises der Sexualität bei den Algen.

Wir übergehen vorläufig die zahlreichen neuern Arbeiten, welche im Einzelnen weitere Beiträge zur Kenntniss der betreffenden Vorgänge geliefert haben.

Nur in einer großen Gruppe, der der Phycochromaceen sind bisher alle Bemühungen geschlechtliche Vorgänge aufzufinden vergeblich gewesen. Wir werden sie deshalb ganz von unserer Betrachtung auszuschließen haben, obwohl es noch keineswegs als festgestellt gelten kann, dass bei ihnen Sexualität überhaupt fehlt.

Ebenso muss es dahin gestellt bleiben, ob die kleine Gruppe der Palmellaceen tatsächlich aus selbständigen geschlechtslosen Formen besteht, oder ob die ihnen zugehörigen Pflanzen nur Entwicklungsstadien höherer grüner Algen darstellen, wie vielfach angenommen wird. Wir beginnen mit der Gruppe der grünen Algen, indem wir vorläufig jedoch die Conjugaten ausschließen. Sie ist am genauesten durchforscht und durch die Mannigfaltigkeit der Verhältnisse für die vorliegende Frage von hervorragender Bedeutung.

Bei den niedern Formen mit fehlender morphologischer Differenzirung des Thallus werden gewöhnlich alle Zellen der vegetativen Pflanze zu Geschlechtszellen umgewandelt, so bei *Pandorina Morum*, *Eudorina elegans*, *Sphaeroplea*, *Cladophora*, *Enteromorpha compressa*, *Hydrodictyon*, *Tetraspora lubrica*, *Botrydium*; meist sind es aber nur einzelne Zellen, welche auf Kosten der übrigen diese Umbildung erfahren, so bei *Volvox globator*, *Oedogonium*, *Bulbochaete*, *Coleochaete*, *Vaucheria*, und welche dann auch in ihrer Form von den vegetativen abweichen.

Die Verteilung der Geschlechter ist höchst wechselnd, ein Teil der Formen ist streng dioecisch, so *Bulbochaete*, einige *Oedogonium*-arten, *Sphaeroplea*, *Volvox minor*; andere *Oedogonium*-arten, *Volvox globator*, *Vaucheria*, *Coleochaete*-arten; andere sind dagegen monoecisch. In sehr seltenen Fällen sind aber sogar die aus einer Zelle hervorgegangenen Schwärmer verschiedenen Geschlechts, so bei *Hydrodictyon* nach Suppanetz (mitgeteilt von Rostafinski Mém. de la Soc. de Cherbourg 1875) und *Chlorochytrium Lemnae* und *Endosphaera biennis* nach Klebs (Bot. Zeitung 1881).

Die Zahl der aus einer vegetativen Zelle hervorgehenden Geschlechtszellen zeigt großen Wechsel; die ruhenden Eier werden einzeln in jeder vegetativen Zelle gebildet, so bei *Vaucheria*, *Oedogonium Bulbochaete*, *Coleochaete*, *Cylindrocapsa* unter starker Vergrößerung derselben; die männlichen Zellen und ebenso die schwärmenden weiblichen gehen dagegen zu mehreren aus einer Mutterzelle hervor. Letztere zerfällt dabei entweder durch succedane Zweiteilungen in mehrere

Portionen, (*Chlorochytrium, Endosphaera,* Antheridien von *Oedogonium, Coleochaete scutata*), oder ihr Inhalt teilt sich simultan. Dies findet besonders dann statt, wenn in großen Mutterzellen sehr zahlreiche Geschlechtszellen entstehen, so bei *Hydrodictyon*, in den Antheridien von *Vaucheria*, bei *Botrydium, Acetabularia, Cladophora, Codium, Dasycladus.* Bei *Ulothrix*, für welche Dodel (Jahrb. f. wiss. Bot. Bd. X pag. 31 des S. A.) die Entstehung der Mikrozoosporen durch succedane Zweiteilung behauptet, glaubt jedoch Strasburger (Zellbildung und Zellteilung 3. Aufl. p. 76) ebenfalls simultane Teilung annehmen zu müssen. Bei den *Coleochaete*-arten (mit Ausnahme von *C. scutata*) entstehen endlich nach Pringsheim (Jahrb. II p. 15) die Spermatozoiden einzeln in kleinen Zellchen, welche den vegetativen meist zu mehrern aufgesetzt sind.

Die Geschlechtszellen sind zur Zeit der Reife membranlose Primordialzellen, ein Zellkern dürfte in ihnen wol immer vorhanden sein, wenigstens ist er immer gefunden worden, wenn nach demselben speciell gesucht wurde, so bei den Mikrozoosporen von *Ulothrix* nach Strasburger (Zellbildung und Zellteilung 3. Aufl. p. 74 und 78), bei *Dasycladus* und *Codium* nach den Untersuchungen des Verfassers (Göttinger Nachrichten, 1880 und Mitteilungen der zool. Station zu Neapel II. 1. p. 73). Wo deshalb in einer Zelle die Geschlechtsprodukte zu mehrern entstehen, müssen dem Zerfall des Inhalts in die einzelnen Portionen vorbereitende Teilungen des Kerns vorausgehen, ebenso auch in den zahlreichen Fällen, in denen mehrkernige Zellen Geschlechtsprodukte erzeugen und mehr männliche oder weibliche Zellen entstehen als Kerne vorhanden sind; so wahrscheinlich bei den Cladophoren, bei *Hydrodictyon, Codium* (für dieses nachgewiesen von Schmitz Sitzungsber. der niederrh. Ges. f. N. u. Heilk. 4. Aug. 1879). Auch bei *Acetubularia* fand Strasburger (Zellbildung 3. Aufl. p. 69) viele Kerne in den Sporen und glaubt, dass die bei der Schwärmerbildung auftretenden hellen Flecken zu ihnen in Beziehung stehen. In andern Fällen scheinen aber auch Verschmelzungen von Kernen während der Ausbildung der Geschlechtsprodukte stattzufinden. So fand Schmitz (l. c. p. 5 u. 15) in den jungen Oogonien von *Vaucheria* (und *Aphanomyces*) viele kleinere Kerne, wie in der vegetativen Pflanze, während das befruchtete Ei nur einen großen Kern enthielt. Es ist jedoch unbekannt, ob die Verschmelzung der Kerne vor oder nach der Befruchtung der Oosphaere eintritt. Auch bei der Bildung der geschlechtlichen Schwärmer von *Dasycladus* scheinen Kernverschmelzungen einzutreten, denn die vegetative Pflanze besitzt sehr kleine Kerne im Wandbeleg, aber in bedeutend größerer Menge als die Zahl der Schwärmer beträgt, welche jeder nur einen relativ großen Kern enthalten. Da das Plasma der ganzen Pflanze mit Ausnahme geringer Reste, in die Substanz der Schwärmer übergeht, so kann der Verbleib der verschwindenden Kerne und die auf-

fallende Größenzunahme der restirenden kaum anders erklärt werden, wenn wir nicht annehmen wollen, dass ein Teil der Kerne aufgelöst wird.

In vielen Fällen wird der ganze Inhalt der Mutterzelle zur Bildung der Geschlechtsprodukte verbraucht, so bei *Volvox globator*, *Pandorina*, bei den *Oedogonien*, *Bulbochaeten* und den Antheridien von *Coleochaete* nach Pringsheim; dagegen bleibt in andern Fällen wieder ein Teil des Inhalts der Mutterzelle unbenutzt oder wird vor der Befruchtung ausgestoßen. Bei *Acetabularia* bleibt nach Strasburger eine Blase im Hohlraum der Spore zurück, welche dem frühern Lumen entspricht, und welche sich bei der Entleerung der Schwärmer oft in zwei teilen kann; an ihr sitzen körnige Gebilde, Stärke und auch wol noch grüngefärbte Massen, welche in die Bildung der Schwärmer nicht eingehen. Eine ebensolche aber kleinere Blase, welche oft an einem der Schwärmer nach dem Austritt noch längere Zeit festhaftet, zeigt *Ulothrix zonata* nach Dodel. Auch bei *Dasycladus* bleiben unbenutzte Reste in den großen Sporangien zurück.

In anderer Weise wird bei der Bildung der Eier von *Vaucheria* und *Coleochaete* nach Pringsheim und bei *Oedogonium dipsandrum* nach Juranyi (Jahrb. f. wiss. Bot. IX p. 9) ein Teil des farblosen Plasma, welches sich am Vorderende des Oogoniums angesammelt hatte, durch die entstehende Oeffnung in der Wand ausgestoßen und verschwindet in der umgebenden Flüssigkeit. Ob dieser Vorgang den Erscheinungen bei *Acetabularia*, *Dasycladus* und *Ulothrix* streng vergleichbar ist, könnte noch fraglich erscheinen. Es liegt jedoch nahe hierbei an eine Art von Verjüngung durch Ausstoßung nicht mehr verwendbarer Stoffe zu denken und den Vorgang mit dem Auftreten der Richtungskörper beim tierischen Ei und der Abscheidung der Bauchkanalzelle bei den Archegoniaten und Gymnospermen zu vergleichen. Immerhin kann jedoch der Vorgang eine allgemeinere Bedeutung für die Bildung der Geschlechtsprodukte nicht haben, denn wir sahen, dass in vielen Fällen der ganze Inhalt der Mutterzellen in die Geschlechtszellen aufgenommen wird und werden später noch mehrere derartige Fälle in andern Algengruppen finden. Genauere Untersuchungen über etwaige im Oogonium bei der Constituirung der Eizelle sich abspielende Vorgänge, Regenerationen des Kerns und dergl. liegen vorläufig leider noch nicht vor.

(Fortsetzung folgt.)

O. Bütschli, Beiträge zur Kenntniss der Fischpsorospermien.

Zeitschr. f. wiss. Zool. 1881 S. 629—651.

Die Fischpsorospermien, die bei der bisherigen geringen Kenntniss über ihren Bau und besonders ihre Entwicklung allgemein zu

den Gregarinen gestellt wurden, sind durch Bütschli in der neuesten Zeit einer eingehenden Untersuchung unterworfen und haben sich dabei als besondere, von den Gregarinen in mehrfacher Hinsicht verschiedene Organismen erwiesen. Die Psorospermien (oder (Myxosporidien, wie Bütschli passender diese Parasiten nennt) finden sich bekanntlich als weiße Bläschen von 2—3 mm. Durchmesser in den Körperhöhlen und den Kiemenblättchen der Fische. Als Untersuchungsmaterial dienten dem Verf. die Formen aus den Kiemenblättchen der Cyprinoiden und aus der Harnblase des Hechts.

Was zunächst die erstern betrifft, so finden sie sich nicht auf oder in der Epidermis der Kiemen, sondern unter derselben und auch noch unter den Blutgefäßen, also in der Bindegewebsschicht. Sie liegen hier von einer eigentümlichen Hülle umgeben, die auffallenderweise nicht eine Cystenhülle, wie man sie sonst bei Protozoen findet, sondern ein Plasmagebilde ist und aus feinkörnigem Protoplasma mit zahlreichen, kleinen Kernen besteht. Woher diese Kapsel stammt, ob sie von dem Parasiten oder von seinem Wirthe gebildet wird, ist noch eine offene Frage; doch spricht zu Gunsten der letztern Auffassung, dass die Kerne etwas größer sind, als die Kerne der Myxosporidie. Das von der Cyste eingeschlossene Protoplasma ist in eine körnerfreie, radiär gestreifte Außenschicht und eine von dunklen Körnern und blassen Kernen ganz erfüllte Innenmasse geschieden. Die Myxosporidien, die bisher für vollkommen kernlos galten, besitzen eine außerordentliche Anzahl sehr kleiner Zellkerne, die deutlich eine dunklere Hülle, ein kleines Kernkörperchen und zuweilen auch feine Kernfäden zeigen.

In dem Protoplasma aller von Bütschli untersuchten Myxosporidien fanden sich zahllose, teils fertige, teils noch in der Ausbildung begriffene Sporen. Jede derselben ist von einer ovalen zweiklappigen Schale umgeben, die nur am vordern Pole eine Oeffnung besitzt. Das Sporenplasma enthält im hintern Teil einen echten Zellkern und am Vorderende, zu beiden Seiten der Schalenöffnung, zwei große ovale oder spindelförmige Körper, die sogenannten Polkörper. Von der größten Bedeutung für die Auffassung der Myxosporidien ist nun die Tatsache, dass die Polkörper der Sporen den Nesselkapseln der Cölenteraten vollkommen entsprechen. Durch Balbiani und Bessels war schon festgestellt worden, dass die Polkörper eine dicke Wand besitzen und einen spiralig aufgerollten Faden enthalten. Von den genannten Autoren wurde auch bereits das Ausschnellen des Spiralfadens constatirt und durch gewisse Reagentien (Kalilauge, Glycerin etc.) künstlich hervorgerufen. Bei Anwendung dieser Mittel und auch der gleichfalls geeigneten Schwefelsäure, sah Bütschli die Fäden gewöhnlich aus der Oeffnung am vordern Schalenpol hervortreten, zuweilen aber traten sie auch nach hinten aus und blieben dann entweder innerhalb der Sporenhülle

oder pressten an irgend einer beliebigen Stelle die beiden Schalenklappen zum Durchtritt auseinander. Ueber die eigentliche Bedeutung und Funktion dieser merkwürdigen Körper ist noch nichts ermittelt. Balbiani hält sie für männliche Befruchtungselemente und vergleicht sie mit den Antheridien der Kryptogamen; doch hat er keine tatsächlichen Beobachtungen dafür beigebracht und außerdem sind keine pflanzlichen Spermatien bekannt, die den Nesselkapseln ähnlich wären. Balbiani und Lieberkühn haben aus der Spore eine kleine Amöbe heraustreten sehen und geben an, dass die Polkörper gar keine Rolle dabei spielen. Bütschli, der nie Gelegenheit hatte, eine Weiterentwicklung des Sporeninhalts zu beobachten, ist jedoch der Ansicht, dass den Polkörpern wol irgend welche wichtige Bedeutung bei der Sporenentleerung zukommen müsse.

Die Myxosporidie der Harnblase des Hechts lebt frei und hüllenlos auf der Oberfläche der Blasenschleimhaut. Auch bei dieser Form sind Ento- und Ektosark geschieden. Im Gegensatz zu dem letzten Beobachter der Hechtmyxosporidie, Gabriel, der diesen Tieren jede Art von amöboider Beweglichkeit abspricht, constatirte Bütschli, dass die hyaline Rindenschicht ähnlich wie bei Amöben einen fortwährenden Gestaltenwechsel durch ihre Veränderungen hervorruft. Entweder bildet sie an einzelnen Stellen blasse, sehr veränderliche, bruchsackartige Fortsätze oder das ganze Ektosark ist in ähnlicher Weise in träger Bewegung begriffen, wie bei *Pelomyxa*. In manchen Fällen ist die Oberfläche ganz oder nur zum Teil mit feinen, haarartigen Fortsätzen versehen, die zuweilen geweihartig verzweigt sind. Diese Bildungen vergleicht der Verf. mit den kurzen borsten- oder stachelartigen Auswüchsen gewisser Amöben (*Dactylosphaerium, Chaetoproteus*), die ebenfalls vollkommen rigid erscheinen. Er konnte sich auch davon überzeugen, dass die Bewegungslosigkeit der Fortsätze der Myxosporidie nur eine scheinbare ist, denn er sah, wie einzelne langsam eingezogen und daneben neue hervorgetrieben wurden. Sie gehören also auch zu den pseudopodienartigen Bildungen und die Myxosporidie ist mithin im Stande, sowol stumpfe, breite, wie auch feine und verästelte Fortsätze entwickeln zu können. Das Entosark enthält sehr zahlreiche kleine Kerne, die ähnlich wie bei der andern Form deutlich eine dunkle Hülle und einen granulirten Inhalt erkennen lassen, und außerdem Fettkörner, sowie Hämatoidinkrystalle. Diese Krystalle, die dem Organismus eine orangegelbe Färbung verleihen, liegen stets in großen Fettkügelchen, nie frei im Protoplasma. Sie stammen jedenfalls aus dem Blute des Wirts und und können nicht, wie dies von Gabriel geschehen ist, mit den gelben Pigmentkörnern der Myxomyceten in Parallele gebracht werden. Die Sporen dieser Myxosporidie haben die Form einer leicht gebogenen langen Spindel. Ihre Schale lässt eine Zusammensetzung aus zwei Klappen nicht sicher erkennen. Im Centrum der Spore liegt ein

Kern, an den beiden Spindelenden je ein Polkörper, der ganz wie bei den andern Myxosporidien beschaffen ist.

Ueber die Entstehungsweise dieser Sporen bringt Bütschli zuerst einige nähere Aufschlüsse. Er fand beim Zerdrücken von Myxosporidien große Mengen blasser, wenig granulirter Plasmakugeln, die meist 6 Kerne enthielten. Diese Kugeln deutet er als die erste Bildungsstufe der Sporen. Bei manchen war noch gar keine Hülle vorhanden, andere aber besaßen eine zarte Umhüllungshaut. In einem weitern Stadium war die Kugel innerhalb ihrer Hülle in zwei dreikernige Tochterkugeln zerfallen. Jede derselben wird zu einer Spore, indem sie sich in die Länge streckt und Spindelgestalt annimmt. Der eine Kern bleibt im Centrum liegen, während die beiden andern nach den Enden der Spindel rücken. Etwas proximal von letztern treten die Polkörper in Gestalt kleiner, glänzender Körperchen auf, die sich vergrößern und allmählich in echte Polkörper umbilden. „Gleichzeitig schwinden dann die beiden Kerne."

Ueber die Entwicklung der Polkörper, namentlich über die Rolle, welche die beiden endständigen Kerne bei Ausbildung derselben spielen, konnte der Verf. auch bei Untersuchung der andern Myxosporidie nicht ins Klare kommen. Hier schien es ihm, als ob die Polkapseln innerhalb der Kerne sich ausbildeten, während er bei der Form aus der Harnblase sich davon überzeugte, dass die Anlagen der Polkörper außerhalb der Kerne auftreten und sich ohne direkte Beziehung zu denselben fertig ausbilden. Doch stellte er auch für die Kiemenmyxosporidie fest, dass ihre Sporen sich aus dreikernigen Plasmamassen bilden. Der eine der drei Kerne wird auch hier zum Zellkern der Spore, während die beiden andern bei der Ausbildung der Polkörper mehr und mehr reducirt werden und schließlich spurlos verschwinden.

Zum Schluss erörtert der Verf. noch die Beziehungen der Myxosporidien zu den nächststehenden Gruppen, nämlich den Gregarinen, den Myxomyceten und amöbenartigen Sarkodinen (z. B. *Pelomyxa*), und kommt zu dem Resultat, dass gewisse Uebereinstimmungen im Bau und in der Sporulation allerdings auf eine gemeinsame Abstammung aller dieser Formen schließen lassen, dass jedoch die Unterschiede im Bau der ausgebildeten Myxosporidien und ihrer Sporen von den entsprechenden Stadien der andern Formen erheblich genug seien, um die Myxosporidien als besondere Gruppe neben die Gregarinen zu stellen. Ganz besonders bezeichnend für diese neue Abteilung sei das Vorkommen von nesselkapselartigen Polkörpern in den Sporen.

K. Brandt (Berlin).

Ueber mechanische, thermische und chemische Nervenreizung.

(Schluss.)

Bei Anwendung mechanischer Einzelreize kam Tigerstedt zu einem mit dem Hermann'schen übereinstimmenden Resultat.

Eine Frage, bei deren Untersuchung die mechanische Reizmethode der elektrischen entschieden vorzuziehen wäre, bisher jedoch noch nicht in Anwendung gekommen ist, betrifft die Erregbarkeitsveränderungen einer von einem Kettenstrom durchflossenen Nervenstrecke.

Eine große Zahl von Untersuchungen liegt vor über die Einwirkung der Wärme oder Kälte auf Nerven. Die Methode, deren man sich hiebei bediente, bestand zumeist in dem Eintauchen des zu erwärmenden oder abzukühlenden Nerven in verschieden temperirte, möglichst indifferente Flüssigkeiten (neutrales Oel, 0,6 % Kochsalzlösung). Grützner (Pflüger's Arch. XVII) benützte doppelwandige rinnen- oder cylinderförmige Metallgefäße wie auch hohle Metallhaken, innerhalb deren Wandungen Wasser von der gewünschten Temperatur strömte und auf welche der Nerv passend gelagert wurde.

Es ist ein allgemeines Gesetz, dass die Erregbarkeit reizbarer Gebilde bis zu einer gewissen Grenze, welche sehr verschieden ist bei Tieren aus verschiedenen Classen, mit steigender Temperatur zu- und mit sinkender abnimmt. Nach Afanasieff (Arch. f. Anat. und Physiol. 1865), erreicht die Erregbarkeit motorischer Froschnerven ihr Maximum bei etwa 35° C. In Uebereinstimmung mit Valentin sah er, wenn die Präparate frisch waren und der Nerv rasch einen Temperaturgrad über 35° C. erreichte, oft Muskelzuckungen erfolgen, welche besonders heftig waren bei 40—45° C. Eckhard dagegen war bei seinen Untersuchungen (Ztschr. f. rat. Med. I. 10) zu dem Resultat gekommen, dass nur solche Temperaturen den motorischen Froschnerven zu erregen vermögen, welche denselben töten oder doch in tiefgreifender Weise schädigen. Auch sollte die Erregung ihm zufolge nicht sowol durch Schwankungen der Temperatur, als vielmehr durch die absolute Höhe dieser letztern bedingt sein, eine Anschauung mit der auch die Ergebnisse neuerer Untersuchungen übereinstimmen. Dagegen hält Pickford (Zeitschr. f. rat. Med. II. 1) wie Afanasieff, gerade rasche thermische (sowohl positive wie negative) Schwankungen für erregend.

Grützner (Pflüger's Arch. XVII), welcher zuerst auch das Verhalten der Warmblüternerven gegen Kälte und Wärme untersuchte, fand, dass weder rasche noch langsame Erwärmung motorischer Nerven vom Hunde oder Kaninchen Muskelzuckungen auszulösen vermag, auch wenn die Temperatur eine tötliche ist (60—70° C.). Ein gleiches Verhalten würde nach G. auch für motorische Kaltblüternerven als Regel anzusehen sein. Dass Muskelzuckungen eintreten, wenn der Nerv noch höhern und andrerseits sehr niedern Temperaturen (unter

0°) ausgesetzt wird, kann nicht wol als allein durch thermische Reizung bedingt angesehen werden, indem noch andere Momente, insbesondere mechanische Einwirkungen hier in Betracht kommen dürften, welche Harless (Zeitschr. f. rat. Med. III. 8) übrigens sowol für die erregende Wirkung einer Temperatur von etwa 78° C. als auch für die gleiche Wirkung starker Abkühlung allein verantwortlich macht. Ebensowenig wie bei Erwärmung sah Grützner Muskelzuckungen auftreten, wenn der Nerv rasch oder langsam bis nahe an 0° C. abgekühlt wurde. Dabei leidet aber das Leitungsvermögen des Nerven ebensowol wie dessen Erregbarkeit in hohem Grade und es dürfte die Unwirksamkeit niederer Temperaturgrade im wesentlichen darauf zurückzuführen sein; denn dass unter andern Umständen starke Abkühlung als Reiz, wenigstens auf sensible Nervenfasern zu wirken vermag, geht schon aus den bekannten Versuchen von E. H. Weber (Handwörterbuch d. Physiol. III. 2. 1846) hervor, welcher zeigte, dass bei Einwirkung der Kälte auf den Ulnarisstamm des Menschen (Eintauchen des Ellenbogens in Eiswasser) zunächst Schmerz und später erst Unempfindlichkeit der von diesem Nerven versorgten Hautpartien eintritt. Höchst bemerkenswert ist die Verschiedenheit der Reaktion motorischer und sensibler Nerven bei Einwirkung thermischer Reize, ein Gegenstand, der in neuerer Zeit besonders von Grützner genauer untersucht wurde. Während nämlich, wie aus dem Vorstehenden hervorgeht, Erwärmung motorischer Nerven nur ausnahmsweise Muskelzuckungen auslöst, sind die Reizeffekte bei Erwärmung sensibler Nerven sehr auffallend. Brachte G. den centralen Stumpf des Hüftnerven eines Warmblüters auf eine die Körperwärme des Tiers nur wenig übersteigende Temperatur, so waren deutliche Zeichen von Schmerzempfindung und reflectorische Blutdrucksteigerung die regelmäßige Folge. Desgleichen fand E. H. Weber wie die Abkühlung so auch die Erwärmung des *N. ulnaris* am Menschen auf 51—52° C. schmerzhaft, ohne dass Muskelzuckungen aufgetreten wären. Es ist durch zahlreiche Untersuchungen sichergestellt, dass die glatten Muskeln der Gefäße von zweierlei Nervenfasern beeinflusst werden, solchen, deren Erregung Contraction und andern, deren Erregung Erschlaffung der Muskeln und Erweiterung der Gefäße bewirkt. Man bezeichnet die einen als vasoconstrictorische, die andern als vasodilatatorische Fasern. Diese letztern, soweit sie die Hautgefäße versorgen, fand Grützner, ebenfalls für den Wärmereiz empfänglich, während die ersteren ein gleiches Verhalten zeigten, wie die motorischen Fasern der willkürlichen Muskeln, die sekretorischen Drüsennerven und die Gefäßerweiterer der Drüsen.

Es zeigt sich also „dass durch eine Erwärmung auf 45—50° C. erregt werden die centripetalen Nerven der verschiedensten Art, während mit Ausnahme der Hautgefäßerweiterer die centrifugalen in ihrer Erregbarkeit wol bedeutend beeinflusst, aber nicht direkt gereizt

werden.“ Fasst man, wofür manches spricht, Erregbarkeitssteigerung und Erregung nur als quantitativ verschiedene Vorgänge auf, so ergibt sich dem entsprechend auch nur eine quantitativ verschiedene Reaktionsweise verschiedener Nerven gegen thermische Einflüsse. Die Ursache derselben kann dann entweder in den Endapparaten (Muskeln, Drüsenzellen, Ganglien) oder in den Fasern selbst gesucht werden. Durch du Bois-Reymond's Entdeckung der mit der Erregung des Nerven stets verknüpften negativen Schwankung des Nervenstroms sind wir in den Stand gesetzt, unabhängig von den natürlichen Endapparaten vermittels des Galvanometers den Erregungszustand eines Nerven nachzuweisen und es scheint demnach möglich, durch Untersuchung der negativen Schwankung des Nervenstroms bei thermischer Reizung die angeregte Frage zu entscheiden. Du Bois-Reymond selbst hatte bereits nach allerdings nicht einwandfreien Methoden negative Schwankung des Nervenstroms bei thermischer Reizung (durch Abbrennen von mit Wasser angeknetetem Schießpulver) beobachtet und auch Grützner (Pflüger's Arch. XXV) sah bei möglichster Vermeidung aller Fehlerquellen oft eine geringe Schwächung des ruhenden Nervenstroms, wenn entweder das centrale oder auch das periphere Ende des Froschischiadicus erwärmt wurde. Indessen erscheint diese negative Schwankung nicht nur viel geringfügiger als bei elektrischer Reizung, sondern sie unterscheidet sich von dieser auch durch die oft lang anhaltende Nachwirkung. Der geringe Betrag der Schwankung dürfte wol hauptsächlich auf ungleichzeitiger Erregung der einzelnen Fasern beruhen, wofür auch der Umstand spricht, dass Grützner bei chemischer Nervenreizung nur dann eine deutlich ausgesprochene negative Schwankung des Nervenstroms beobachtete, wenn in Folge gleichzeitiger Erregung vieler Fasern ein heftiger Tetanus des Muskels ausbrach. Die Aussicht mittels des Galvanometers die in Rede stehende Frage zu entscheiden, ist daher von vornherein nicht groß, und in der Tat haben auch Versuche, welche Grützner weiterhin an rein sensiblen und rein motorischen Nerven (hintere und vordere Rückenmarkswurzeln) anstellte, zu keinen entscheidenden Ergebnissen geführt; G. neigt sich der Ansicht zu, dass die Verschiedenheit der Wirkung thermischer Reize den Endapparaten der Nerven zuzuschreiben ist. Dagegen hat man, gestützt auf gewisse klinische Beobachtungen vielfach eine verschiedene Widerstandsfähigkeit sensibler und motorischer Nervenfasern gegen mechanische Eingriffe angenommen, und auch die experimentellen Untersuchungen von Lüderitz scheinen mit dieser Annahme in Uebereinstimmung zu stehen (Zeitschr. f. klin. Med. II. Bd. 1880). Bei allmählich verstärkter Schnürung des noch mit Muskeln umhüllten *N. ischiadicus* (vom Kaninchen) mittels einer Fadenschlinge beobachtete nämlich L. in den meisten Fällen, dass die Leitungshemmung, welche, soweit sie die motorischen Fasern betrifft, schon von Weir Mitchell (Injuries of

nerves and their consequences 1872) als Folge continuirlichen Drucks genauer untersucht wurde, für diese früher eintrat als für die sensiblen Fasern. Bisweilen fand L. elektrische Reizung mit starken Induktionsströmen oberhalb der Schnürstelle motorisch ganz unwirksam, während Reizung der Wadenhaut deutliche Schmerzensäußerung hervorrief. Auch bezüglich der Wiederherstellung der Motilität und Sensibilität nach Lösung der Schlinge ergab sich oft eine Differenz im gleichen Sinne; man könnte daran denken, das geschilderte Verhalten auf eine verschiedene Anordnung der motorischen und sensiblen Fasern in dem geschnürten Nerven zurückzuführen, indessen ist, was auch L. hervorhebt, eine Verschiedenheit der Druckgröße an verschiedenen Stellen des Nervenquerschnitts bei der getroffenen Versuchsanordnung kaum anzunehmen. Neue Aufschlüsse über die angeregte Frage, ob verschiedene Nervenfasern sich mechanischen Eingriffen gegenüber verschieden verhalten, versprechen Untersuchungen von Grützner, deren ausführliche Mitteilung noch nicht erfolgte (vergl. Breslauer ärztliche Zeitschr. 1881 Nr. 11).

In Erwägung des Umstands, dass der Erregungsvorgang zweifelsohne mit chemischen Veränderungen der Substanz der gereizten Gewebe verknüpft ist und dass wir vielleicht berechtigt sind auch andere künstliche Reize nur als besondere Arten chemischer Reizmittel zu betrachten — eine Anschauung, die bezüglich der Elektricität zuerst v. Bezold (Untersuchungen über die elektr. Erreg. d. Muskeln und Nerven 1861) aussprach — verspricht das genauere Studium der Einwirkung der im engern Sinne als „chemische Reizmittel“ bezeichneten Substanzen mancherlei Aufschluss. Eine weitere Anregung zum Studium der chemischen Muskel- und Nervenreizung ist, wie Kühne hervorhob (Arch. f. Anat. und Physiol. 1859) in dem Umstande begründet „dass wir dabei nicht blos auf quantitativ verschiedene Reize beschränkt bleiben, wie bei der elektrischen, thermischen oder mechanischen Reizung, sondern in jedem wirksamen chemischen Körper auch einen qualitativ verschiedenen Erreger besitzen.“ Während jedoch die Lehre von der chemischen Muskelreizung durch Hering (Wiener akadem. Sitzungsber. LXXIX 1879) in neuerer Zeit eine wesentliche Umgestaltung erfuhr, indem sich herausstellte, dass man es hier in vielen Fällen nicht sowol mit einer direkten, durch die angewendete Substanz bedingten, chemischen Reizung sondern vielmehr mit einer elektrischen, durch den Demarkationsstrom des angeschnittenen Muskels bewirkten Erregung zu tun hat, steht die Lehre von der chemischen Reizung des Nerven noch heute im Wesentlichen auf demselben Punkte, den sie insbesondere durch die Untersuchungen von Eckhard, Kölliker und Kühne erreicht hat. Wenn die Resultate den gehegten Erwartungen bisher vielleicht nicht ganz entsprochen haben, so liegt dies gewiss zum Teil mit in den Schwierigkeiten begründet, welche das Untersuchungsobjekt selbst und zwar

sowol die einzelne Faser, wie auch der ganze Nervenstamm, der Anwendung chemischer Reizmittel entgegenstellt. Die allseitige nur hier und da unterbrochene Markumhüllung des Axencylinders dürfte das rasche Eindringen der angewendeten Lösungen verhindern und nötigt oft die Substanzen in concentrirterer Form anzuwenden, als es sich zu einem genauern Studium wol empfehlen würde. Auch ist die Ungleichzeitigkeit der Erregung der einzelnen Fasern, welche durch das allmähliche Eindringen der reizenden Substanz von der Peripherie des Nervenstamms her notwendig bedingt wird, sehr hinderlich.

Mit Rücksicht auf die seinerzeit so lebhaft diskutirte Streitfrage, ob dem Muskel eine von den in ihm enthaltenen Nerven unabhängige eigene Irritabilität zukommt, schien es von Wichtigkeit, Substanzen zu finden, welche entweder nur als Nervenreize oder nur als Muskelreize zu betrachten sind. In dieser Beziehung bietet insbesondere die Wirkung des Ammoniak Interesse. Während die Substanz des quergestreiften Muskels eine außerordentliche Empfindlichkeit gegen Ammoniakdämpfe zeigt, ist die zuerst von A. v. Humboldt und später von Funke (Ber. d. sächs. Akad. 1859 und Pflüger's Arch. IX) sowie Wundt und Schelske (Heidelberger Verhandlungen 1859 und Arch. f. Anat. und Physiol. 1860) aufgestellte Behauptung, dass das Ammoniak auch den motorischen Nerven zu erregen vermag, von Kühne (Arch. f. Anat. und Physiol. 1860) lebhaft bestritten worden, nachdem zuvor schon Eckhard jegliche erregende Wirkung des Ammoniak auf Nerven vermisst hatte. Es könnte scheinen, dass das concentrirte Glycerin im entgegengesetzten Sinne auf Muskel und Nerv einwirkt, da Kühne fand, dass ein Muskel bei dem Eintauchen eines frisch angelegten Querschnitts vollständig ruhig bleibt, während nach kurzer Zeit ein mächtiger Tetanus ausbricht, wenn der Nerv in concentrirtes Glycerin getaucht wird. Indessen ist, wie Hering gezeigt hat (l. c.), das Ausbleiben der Erregung im Augenblick der Berührung eines frischen Muskelquerschnitts mit concentrirtem Glycerin (wie auch aq. destill., Sublimat, syrupöse Milchsäure) darauf zurückzuführen, dass die genannten Flüssigkeiten schlechte Elektricitätsleiter sind und daher die Erregung des Muskels auf elektrischem Wege durch Nebenschließung des eignen Stroms verhindern.

Da der Verlauf und Charakter der Erregungserscheinungen, welche man bereits seit lange als Folgen der Vertrocknung eines motorischen Nerven kennt, durchaus mit jenen übereinstimmt, die man bei Applikation von Kochsalz (wie auch Harnstoff, Zucker, Glycerin) in Substanz oder in stärkern Lösungen beobachtet, so hat man in allen diesen Fällen die Wasserentziehung für die eigentliche Erregungsursache gehalten, und in der Tat lässt sich die fibrilläre Unruhe des Muskels und sogar der bereits völlig entwickelte Tetanus rasch wieder durch Wasserzufuhr beseitigen. Da jedoch Lösungen von NaCl noch in ziemlich starker Verdünnung den motorischen Nerven erregen,

so erscheint die erwähnte, von Eckhard gegebene Deutung doch zweifelhaft.

Es gilt übrigens nicht nur für Nerven, sondern auch für andere irritable Gebilde (Muskel, Flimmerzellen), dass sie sowol eine Verminderung wie auch eine Vermehrung ihres Wassergehalts bis zu einer gewissen Grenze ohne tiefergreifende Schädigung zu ertragen vermögen, indem die durch den Eingriff bedingten Funktionsstörungen sich durch Entziehung oder Zufuhr von Wasser wieder beseitigen lassen. Desgleichen ist in vielen Fällen eine Restitution auch nach andersartigen chemischen Veränderungen der Substanz irritabler Gewebe möglich. So gelingt es die durch direkte Einwirkung stark verdünnter Kalisalzlösungen bewirkten Erregbarkeitsveränderungen von Nerven (und Muskeln) durch Auslaugen mittels indifferenter Flüssigkeiten wieder zu beseitigen (Ranke, Lebensbedingungen der Nerven und Biedermann, Wiener akadem. Sitzungsber. LXXXIII). Zum genauern Studium der chemischen Reizung dürften sich jene Substanzen am meisten empfehlen, welche den Nerven erregen, ohne dessen Lebenseigenschaften sofort und dauernd zu vernichten. Für den quergestreiften Muskel sind in dieser Beziehung gewisse Natronsalze und insbesondere das Na_2CO_3 in hohen Verdünnungsgraden von besonderm Interesse (Biedermann, Wiener akadem. Sitzungsber. LXXXII), indem es nicht nur die Anspruchsfähigkeit des Muskels für andersartige Reize steigert, sondern auch zu rhythmischer Erregung desselben führt. Bei der weitgehenden Uebereinstimmung im Verhalten von Muskel und Nerv muss es als auffallend bezeichnet werden, dass verdünnte Lösungen von Na_2CO_3 die Erregbarkeit des letztern früher oder später ohne vorhergehende Steigerung und ohne erregend zu wirken herabsetzen. Umgekehrt erhält sich die Erregbarkeit eines Nerven in stark sauren Lösungen (z. B. mit Milchsäure angesäuerter 0,6% NaCl-Lösung), die den eingetauchten Muskel rasch töten, verhältnissmäßig lange, worauf schon Ranke (Lebensbeding. d. Nerven) aufmerksam machte.

Eine große Anzahl chemischer Substanzen (und es gehören hierher insbesondere die meisten Säuren) bewirken nur in so concentrirtem Zustande Erregung des Nerven, dass eine rasche Vernichtung der Lebenseigenschaften desselben die notwendige Folge ist. Dass dies jedoch nicht Bedingung der Erregung auf chemischem (und thermischem) Wege ist, wie Eckhard glaubte, geht aus dem bisher mitgeteilten hervor.

Während die Säuren meist nur bei hoher Concentration erregend wirken, tun dies die kaustischen Alkalien noch bis 0,8 %, nach Kühne sogar bis zu 0,1 % herab. Es ist bemerkenswert, dass die neutralen Kalisalze CkCl, K_2SO_4, KNO_3), welche in Substanz oder in concentrischer Lösung angewendet den Nerven sehr rasch töten, entweder gar nicht oder im Vergleich zu den entsprechenden Natron-

salzen nur in geringem Maße erregend wirken. Es dürfte dabei allerdings, wie auch bei dem Versuch, Nerven durch Kälte zu erregen, die rasche Beeinträchtigung des Leitungsvermögens am Orte der Einwirkung mit in Betracht kommen. In verdünnter Lösung angewendet sollen die neutralen Kalisalze nach Ranke (Lebensbeding. d. Nerven) die Erregbarkeit des Nerven zunächst erhöhen und dann erst herabsetzen. Ich konnte die erstgenannte Wirkung nicht mit Sicherheit constatiren, wenn ich mich als Prüfungsreiz der Schließung schwacher Kettenströme bediente. Dagegen nimmt regelmäßig die Anspruchsfähigkeit des mit Kalisalzlösung behandelten Nerven für selbst sehr schwache Oeffnungsreize außerordentlich zu (Biedermann l. c.).

Auf der combinirten Wirkung chemischer und elektrischer Reizung beruht eine Reihe von Erscheinungen, die geeignet sind, den schon früher erwähnten Satz zu bestätigen, dass zwei untermaximale, gleichartige oder verschiedene Reize sich gegenseitig in ihrer Wirkung auf eine und dieselbe Nervenstelle zu unterstützen vermögen. Es gehört hieher die zuerst von Harless (Zeitschr. f. rat. Med. III. 7) und Birkner (Das Wasser der Nerven in physiolog. und patholog. Beziehung 1858) gemachte Beobachtung, dass die Anspruchsfähigkeit eines motorischen Nerven für schwache elektrische (und wol auch mechanische?) Reize, in dem dem Ausbruch des Vertrocknungstetanus kurz vorhergehenden Stadium außerordentlich zunimmt. Ein Gleiches gilt auch bei Behandlung eines Nerven mit concentrirter Kochsalzlösung, Alkohol in starker Verdünnung (2—20 Vol. %), Glycerin und Harnstoff. Als Ursache dieser Veränderung der Anspruchsfähigkeit eines Nerven in einem gewissen Stadium nach Behandlung mit den genannten chemischen Reizmitteln[1]) gilt vielfach nicht sowol die latente chemische Erregung, als vielmehr eine erhöhte Erregbarkeit. Die erstere Anschauung wird insbesondere von Grünhagen (Zeitschr. f. rat. Med. III. 26 und Pflüger's Arch. IV) vertreten, welcher in Uebereinstimmung mit Engelmann (Pflüger's Arch. III) den sogenannten Ritter'schen Oeffnungstetanus auf das Wirksamwerden latenter, innerer (chemischer) Reize in der durch den schwindenden Anelektrotonus in den Zustand erhöhter Erregbarkeit versetzten anodischen Nervenstrecke zurückführt. Eine besondere Form der Oeffnungszuckung muss in gleicher Weise gedeutet werden (Biedermann, Wiener Sitzungsber. LXXXIII 1881) und nach Engelmann (l. c.) wäre auch das Auftreten des Schließungstetanus nur dann zu erwarten, wenn der Nerv sich in einem latenten Erregungszustand befindet.

Bisher wurde fast ausschließlich von der chemischen Reizung motorischer Nerven gesprochen und in der Tat besteht auch hier,

1) Der Alkohol muss selbst in verdünntem Zustande unter die Substanzen gerechnet werden, welche den motorischen Nerven zu erregen vermögen (vergl. Mommsen, Virchow's Arch. 83. Bd. p. 76).

wie bei der Einwirkung thermischer Reize ein eigentümlicher Gegensatz der Reaktionsweise motorischer und sensibler Fasern.

Schon Eckhard und Setschenow (Ueber elektrische und chem. Reizung der sensiblen Rückenmarksnerven des Frosches 1868) bemerkten, dass chemische Reizmittel auf sensible Fasern im Allgemeinen eine geringere Wirkung äußern, als auf motorische, indem es zwar leicht gelingt, einen Muskel durch Behandlung des zugehörigen Nerven mit NaCl in heftigen Tetanus zu versetzen, während bei gleicher Behandlung des centralen Nervenendes Reflexzuckungen ausbleiben. Desgleichen sah Grützner (l. c.) die (reflektorische) Blutdrucksteigerung ausbleiben, wenn er den centralen Stumpf des Hüftnerven eines Warmblüters chemisch reizte. Dagegen beobachtete er, wie auch Langendorff (Mitteilungen d. Königsberger physiolog. Laborator. 1878), Verlangsamung der Atembewegungen und exspiratorische Stillstände bei Reizung des centralen Vagus mit NaOH in concentrirter Lösung oder mit Glycerin, während concentrirte Kochsalzlösung auch in diesem Falle ohne Erfolg war.

Es geht aus dem Mitgeteilten hervor, dass thermische und chemische Reize in gewissem Sinne entgegengesetzt auf motorische und sensible Nerven einwirken. Nach Grützner's Anschauung dürfte jedoch die in den meisten Fällen zu beobachtende Unwirksamkeit chemischer Reize auf sensible Nerven zum größten Teil auf ungleichzeitiger Erregung der einzelnen Fasern beruhen, wofür auch schon der Umstand spricht, dass sehr rasch und heftig wirkende Stoffe (wie z. B. NaOH) auch centripetale Fasern unter Umständen zu erregen vermögen.

Schließlich wäre noch zu erwähnen, dass man sich der chemischen Reizung (mit concentrirter Kochsalzlösung) auch zur Prüfung von Erregbarkeitsveränderungen des Nerven bediente (Pflüger, Fleischl). Indessen verdient hier jedenfalls die elektrische und wo diese nicht anwendbar, die mechanische Reizmethode (mit den neuern Hilfsmitteln) den Vorzug.

W. Biedermann (Prag).

J. Leeser, Die Pupillarbewegungen in physiologischer und pathologischer Beziehung.

Von der med. Fakultät der Universität Halle-Wittenberg gekrönte Preisschrift.

Wiesbaden. J. F. Bergmann 1881. 8°. 124 S.

Verfasser hat sich der sehr dankenswerten Aufgabe unterzogen, den heutigen Stand unserer Kenntnisse über das in physiologischer und klinischer Beziehung so wichtige Thema der Pupillarbewegung

in umfassender Weise zusammenzustellen. Eigene anatomische und experimentelle Arbeiten zur Lösung noch strittiger Fragen dürfen wir allerdings bei ihm nicht suchen und auch von casuistischem Material ist nur wenig Neues verwertet; aber der Verfasser hat es verstanden, durch geschickte und gewissenhafte Benützung der durch zahlreiche Anatomen und Experimentatoren festgestellten Tatsachen und der noch reichlichern einschlägigen Casuistik die sicher gestellten Resultate der Forschung und Beobachtung in übersichtlicher Weise uns vor Augen zu führen, und in noch streitigen Fragen hat er nach kritischer Gegenüberstellung der herrschenden Ansichten stets in bestimmter Weise Stellung genommen.

Eine Darstellung der anatomischen Verhältnisse der Irismuskulatur und der zu derselben hinstrebenden Nerven leitet die Abhandlung ein. Während die Anatomie des *Sphincter iridis* längst abgeschlossen ist, wurde über die Existenz und feinere Struktur des Dilatator ein langer und hartnäckiger Streit geführt. Heute kann wol auch dessen Vorhandensein in der menschlichen Iris als sicher nachgewiesen gelten und ist sein feinerer Bau sehr genau bekannt [1]).

Was wir Genaueres über den Verlauf speciell der pupillenverengernden Fasern wissen, welche, wie bekannt, aus dem *N. oculomotorius* stammen, kann nur dem physiologischen Experiment entnommen werden. Durch die Versuche von Hensen und Völkers und von Adamük ist sicher gestellt, dass diese Fasern das *Ganglion ciliare* passiren und durch die kurzen Ciliarnerven zum Bulbus gelangen. Bezüglich des Ursprungs derselben weichen die genannten Experimentatoren von einander ab, doch scheint so viel festzustehen, dass die pupillenverengernden Fasern ein besonderes, von dem des Oculomotorius getrenntes Centrum besitzen.

Eine direkte Reizung dieser Fasern kommt wol unter normalen Verhältnissen gar nicht vor. Um so wichtiger sind aber die indirekten Reizungen und unter diesen zunächst die bekannte reflektorische Erregung vom *N. opticus* aus. Meynert's und Stilling's Untersuchungen haben es höchst wahrscheinlich gemacht, dass in der *Medulla oblongata* die Uebertragungsstelle für die reflektorische Pupillenbewegung zu suchen sei. Die das *Corpus geniculatum mediale* durchsetzenden Opticusfasern scheinen vorzugsweise, wenn nicht ausschließlich, zur Reflexübertragung auf den Oculomotoriuskern resp. die ihm zugehörigen pupillenverengernden Fasern zu dienen. Diese reflektorische Pupillenverengerung, deren Zweck ohne Weiteres klar ist, scheint, wie Heddaeus (Inaugural Diss. Halle, 1880. S. 46)

1) Die von Michel 1875, Jeropheef und Merkel gegenüber, noch in Abrede gestellten circulären Faserzüge als Abschluss des Dilatator gegen den Ciliarkörper hin sind, wie Referent versichern kann, ganz bestimmt vorhanden und durch geeignete Präparation schon beim neugebornen Kinde nachzuweisen.

wahrscheinlich gemacht hat, nur bei Erregung der *Macula lutea* und „einer vielleicht noch näher zu limitirenden Netzhautpartie im Umkreis derselben“ einzutreten, während ein Lichtreiz, welcher nur periphere Netzhautabschnitte trifft, keine Pupillenreaktion auszulösen vermag.

Großes Interesse bietet weiterhin die sog. consensuelle Pupillenreaktion. Die heute kaum mehr bestrittene Semidecussation der Sehnerven im Chiasma des Menschen scheint für die Erregung beider Oculomotoriuscentren von jeder Netzhaut aus auf den ersten Anblick eine ausreichende Erklärung zu bieten. Beobachtungen jedoch an Kranken mit homonymer Hemianopsie (bei denen also nur der eine *Tractus opticus* leitungsfähig ist, beide Pupillen aber dennoch auf Lichteinfall direkt sowol, als consensuell sich zusammenziehen und somit von einem *Tractus opticus* aus der Reflex auf beide Oculomotoriuskerne übertragen werden muss), zwingen unabweislich zur Annahme einer Verbindung zwischen beiden pupillenverengernden Centren. Ueber das Wo und Wie dieser Verbindung stellt Verfasser einige theoretische Betrachtungen an und entwirft vier, den klinischen Erfahrungen am besten entsprechende Schemata, welche im Originale nachzulesen sind.

Die zugleich mit der Accommodationsbewegung für die Nähe erfolgende Pupillenkontraktion ist als Mitbewegung aufzufassen. Aus Adamük's bekannten Versuchen und neuern von Hensen und Völkers (Arch. f. Ophthalm. XXIV 1 S. 23, 1878) geht hervor, dass die drei Centren für den *Musculus ciliaris*, den *Sphincter pupillae* und den *Rectus internus* unmittelbar auf einander folgend, im hintersten Teile des Bodens des dritten Ventrikels gelegen sind.

Dass eine Lockerung resp. Lösung dieser drei koordinirten Bewegungen bis zu einem gewissen Grade stattfinden und namentlich künstlich, durch Uebung herbeigeführt werden kann, ist bekannt, und das Vorhandensein eines (antagonistischen) von Adamük gefundenen Centralorgans für die Seitenbewegungen der Augen einerseits und des in der *Medulla oblongata* gelegenen Centrums für die Pupillenerweiterung, welches mit dem erstern in ähnlicher Beziehung zu stehen scheint, wie das pupillenverengernde zum Centrum für den *Rectus internus*, andrerseits — gibt uns die Möglichkeit einer Erklärung jener künstlichen Lösung des Associationsverhältnisses an die Hand.

[Während in der Regel und gewiss in den weitaus meisten Fällen die die Accommodationsbewegung vermittelnden Nervenfasern in derselben Bahn wie die pupillenverengernden zum Auge gelangen, so kommt es doch auch vor, dass, wie Adamük bei seinen Experimenten einige Male erfahren hat und wie auch durch die Analyse einiger interessanter klinischer Beobachtungen bestätigt wird, die pupillenverengernden Fasern in der Bahn des Abducens ihren Weg zum Auge nehmen. Eine Beobachtung v. Graefe's (Arch. f. Ophthalm.

II, 2., S. 299) von Lähmung sämmtlicher Augenmuskeln mit Erhaltensein der Accommodation und der mit ihr einhergehenden Pupillenkontraktion und Fehlen der Pupillenreaktion auf Licht, könnte den Gedanken an einen abnormen Verlauf der die Accommodation vermittelnden und pupillenverengernden Fasern im *N. trigeminus* nahe legen. Doch lässt der Fall auch eine andere Erklärung zu: Intaktsein der am weitesten nach vorn liegenden Centren für den Ciliarmuskel und *Sphincter pupillae* und der daraus entspringenden Fasern bei Aufhebung der Verbindung, welche zwischen *Tractus opticus* und dem pupillenverengernde Centrum angenommen werden muss; — dem Referenten scheint diese Erklärung den Vorzug zu verdienen.]

Bezüglich der pupillenerweiternden Nerven, bei welchen wir die muskulomotorischen Fasergruppen für den Dilatator und die vasomotorischen für die radiär verlaufenden Irisgefäße zu unterscheiden haben, lässt sich auf Grund von Tierversuchen und zahlreichen klinischen Beobachtungen nur so viel mit einiger Sicherheit aussagen, dass dieselben aus der *Medulla oblongata* stammen und zwar aus zwei verschiedenen Centren, deren eines, das *oculo-pupillare*, die motorischen Fasern für den Dilatator enthält, während das andere für die Gefäßmuskulatur der Iris wol in dem im obern Teile der Rautengrube nachgewiesenen, aber noch nicht genauer lokalisirten, gemeinsamen Centrum für die vasomotorischen Nerven enthalten ist. Beide Gruppen von Fasern treten durch das Halsmark und aus diesem durch die Wurzeln der beiden obersten Brust- und der beiden untersten Halsnerven in den Grenzstrang des Sympathicus. Der weitaus größte Teil dieser Fasern wenigstens tritt dann durch das oberste Halsganglion in den *N. caroticus int.* ein und gelangt endlich aus dem *Plexus caroticus* auf verschiedenen Bahnen zum Auge, von denen nur die durch das *Ganglion Gasseri* und den *Ramus ophthalmicus* sicher gestellt ist. Von andern Bahnen könnten noch die die *Art. ophthalmica* und die *Art. ciliaris* umspinnenden Fäden, sowie die *Radix sympathica* des *Ganglion ciliare* in Betracht kommen. Aber gerade für diesen letztern Weg ist es durch Versuche an Tieren für diese wenigstens sehr zweifelhaft geworden, ob pupillenerweiternde Nerven überhaupt das *Ganglion ciliare* passiren.

Die Erregung der pupillenerweiternden Fasern geschieht unter normalen Verhältnissen hauptsächlich auf reflektorischem Wege, und zwar reagirt das pupillenerweiternde Centrum auf sensible Reize jeder Art, selbst bei solchen Zuständen, die mit verengter Pupille einhergehen, bei leichter Chloroformnarkose, nach subkutaner Morphiuminjektion, im Schlafe u. s. w. Aber nicht bloß sensible, auch psychische Reize vermögen reflektorisch eine Pupillenerweiterung auszulösen. Andrerseits wird das pupillenerweiternde Centrum bei gewissen Bewegungen, welche in der *Medulla oblongata* ausgelöst werden, bei tiefer In- und Exspiration, beim Kauen und Schlucken, ferner jedes

Mal mit dem Beginn einer Geburtswehe u. s. w., in Miterregung versetzt.

Besonderes Interesse bei der Frage nach der Innervation der Irisbewegungen verdient ferner noch der *N. trigeminus*, von dem wir bereits wissen, dass zweifellos in der Bahn seines ersten Astes pupillenerweiternde Fasern zum Auge gelangen. Dass die Pupille nach Durchschneidung des Trigeminus sich stark verengt, ist eine längst bekannte und unbestrittene Tatsache. Neuere Beobachtungen haben noch hinzugefügt, dass während der Durchschneidung selbst die Pupille sich erweitert, um nach wenig Sekunden sich zu verengern und zwar in viel höherm Grade als nach Durchschneidung des Sympathicus. Verf. hält es für „ohne Weiteres klar", dass diese Erscheinung „einzig und allein" auf die gleichzeitige Durchschneidung der aus dem Halsmark und dem Grenzstrang des Sympathicus in den Trigeminus gelangenden pupillenerweiternden Fasern zu beziehen sei. Dagegen ist jedoch zu bemerken, dass diese uns bereits bekannten pupillenerweiternden Fasern den Trigeminus erst im *Ganglion Gasseri* oder in seinem Augenaste erreichen, der Stamm aber vor der Bildung des Ganglion, wie, einer früheren Behauptung Balogh's (Untersuchungen z. Naturl. v. J. Moleschott VIII, vom Verf. nicht benützt) gegenüber, aus Oehl's (Della influenza che il quinto pajo cerebrale dispiega sulla pupilla, Firenze 1863) und Wegner's (Arch. f. Ophth. XII, 2, S. 11) Angaben, bestimmt hervorgeht, keine pupillenerweiternden Fasern enthält, und dass die Durchschneidung des Trigeminus beim Kaninchen nicht selten wenigstens vor, d. h. centralwärts vom Ganglion fällt. Es scheint wol viel richtiger, diese schon nach ungefähr einer halben Stunde vorübergehende Pupillenverengerung als reflektorische und von Erregung der pupillenverengernden Fasern des Oculomotorius abhängig zu erklären, und das um so mehr, als die Verengerung eine beträchtlichere ist, als nach Sympathicusdurchschneidung. Diese Erklärung adoptirt übrigens der Verf. ganz im Widerspruch mit seiner frühern apodiktischen Aussage später selbst (S. 50). Fand die Durchschneidung des Trigeminus in oder nach dem Ganglion statt, dann wird eine mittlere Pupillenverengerung bleibend sein.

Die noch strittige Frage, ob dem Trigeminus die Fähigkeit zukomme, auf Reizung die Pupille zu verengern, wird dahin beantwortet, dass alle diejenigen Beobachtungen, welche diese Fähigkeit zu beweisen scheinen, ihre genügende Erklärung finden durch die Annahme einer Reflexwirkung auf die im *N. oculomotorius* enthaltenen pupillenverengernden Fasern. Der Einwand, dass Trigeminusreizung selbst im atropinisirten Auge noch Pupillenverengerung bewirke, während eine solche auf Oculomotoriusreizung nicht zu Stande kommt (Adamük), wird damit zu widerlegen gesucht, dass, wie Stellwag angibt, die für reflektorische und consensuelle Reize unempfängliche atropinisirte Pupille sich zusammenzieht, wenn die intraoculären Gang-

lien direkt oder durch Vermittlung der sensiblen Zweige des Trigeminus gereizt werden, eine Beobachtung, die durch die tagtägliche klinische Erfarung vollkommen bestätigt wird [1]).

Die Pupillenverengerung nach Abfluss des Kammerwassers führt Verf. auf die plötzliche Erniedrigung des intraocularen Drucks und die daraus resultirende stärkere Füllung der Irisgefäße zurück, übersieht aber, dass dieselbe Erscheinung auch nach dem Tode erfolgt, also die angegebene Ursache nur eines der hier in Betracht kommenden mechanischen Momente sein kann.

Die Fälle von scheinbar willkürlicher Pupillarbewegung entpuppen sich bei genauerer Analyse sämtlich teils als reflektorische, teils als Mitbewegung.

Ueber die Wirkung des gebräuchlichsten Mydriaticums, des schwefelsauren Atropins, spricht sich Verf. dahin aus, dass dasselbe in der gewöhnlichen Dosis (von 0,1—2%) die Pupille maximal erweitert und zwar durch Lähmung der pupillenverengernden und gleichzeitige Reizung der pupillenerweiternden Nervenfasern; dass ferner minimale Dosen die Pupille durch Reizung der pupillenverengernden Fasern verengern und sehr große Dosen dieselbe durch gleichzeitige Lähmung der pupillenerweiternden und verengernden Fasern zu mittlerer Erweiterung zurückführen. Die Angriffspunkte des Atropins sind die peripheren Nervenendigungen.

Duboisin, Hyoscyamin und Daturin unterscheiden sich nicht wesentlich in ihrer physiologischen Wirkung vom Atropin. Das neueste Mydriaticum, das Homatropin ist noch nicht berücksichtigt. Strychnin und Curare werden als „indirekt die Pupille erweiternde Gifte" bezeichnet, insofern als die Reizung des pupillenerweiternden Centrums nur durch die Ueberladung des Bluts mit Kohlensäure herbeigeführt wird und die Pupillenerweiterung bei Anwendung künstlicher Respiration, sowie nach vorheriger Durchschneidung des Halssympathicus nicht zu Stande kommt. Curare lähmt erst ganz spät und in größern Dosen direkt die pupillenverengernden Fasern.

Der Antagonist des Atropins, das Eserin oder Physostigmin lähmt wahrscheinlich peripher die pupillenerweiternden Fasern und reizt die Endausbreitung des Oculomotorius. Denselben Antagonismus zeigt das Pilocarpin und das Nicotin (in mittlerer Dosis), während das Muscarin seine pupillenverengernde Wirkung bloß der Reizung der Oculomotoriusendigungen verdanken soll. Das Morphium wirkt nach Verf. auf die Pupille in gleicher Weise, wie das Eserin, doch scheine der Angriffspunkt im Centrum zu liegen.

1) Eine unter Eckhard's Leitung 1878 ausgeführte Dissertationsarbeit von Argyropulos, welche die eben discutirte Frage zum Gegenstand hat, scheint dem Verf. entgangen zu sein. Ref. glaubt übrigens, dass auch den vom genannten Autor ausgeführten Experimenten der obige Einwand entgegengehalten werden könne.

Von Interesse ist endlich noch die Wirkung des Chloroforms auf die Pupille. Aus den verschiedenen, nicht genügend übereinstimmenden Angaben geht so viel mit ziemlicher Sicherheit hervor, dass dasselbe im Excitationsstadium das pupillenerweiternde Centrum reizt, dann im zweiten Stadium der Narkose die Erregbarkeit dieses Centrums allmählich bis zur vollständigen Lähmung herabsetzt, so dass auf äußere Reize keine Pupillendilatation mehr erfolgt; weiterhin unter Verengerung der Pupille bis zur Stecknadelkopfgrösse das pupillenverengernde Centrum reizt und endlich mit dem oft plötzlichen Eintreten der ominösen Pupillenerweiterung auch dieses Centrum lähmt.

Aus der großen Fülle interessanter Beobachtungen, die höchst wichtige Symptomatologie der Irisbewegungen bei verschiedenen Organ- und Allgemeinerkrankungen betreffend, können wir hier nur das Wichtigste hervorheben. Reizungsmyosis begegnen wir, abgesehen von den Affektionen in und am Augapfel, besonders bei diffusen entzündlichen Erkrankungen des Gehirns und seiner Häute, wenigstens in den Anfangsstadien, ferner bei Meningealapoplexie und dem Haematom der Dura mater. Auch die habituelle Myosis der Goldarbeiter, Uhrmacher, Graveure u. s. w. ist als Reizungsmyosis aufzufassen.

Mehr Interesse bietet die paralytische Myosis, welche in erster Linie ein Symptom aller derjenigen spinalen Prozesse ist, welche oberhalb der beiden obersten Brustwirbel bis zur *Medulla oblongata* hinauf lokalisirt sind, also der Verletzungen dieser Region und besonders der grauen Degeneration der hintern Rückenmarksstränge. Während bei rein spinaler Myosis sowol die Reaktion auf Licht als auf Accomodationsimpulse erhalten ist, findet man in manchen Fällen die Pupillenreaktion auf Licht aufgehoben neben prompter Mitbewegung bei der Accomodation. Es muss hier als begleitende Komplikation, welche ein Weitergreifen des Prozesses nach dem Centrum dokumentirt, eine Leitungsunterbrechung der Bahn zwischen Opticus- und Oculomotoriuscentrum angenommen werden.

Sehr zahlreich und interessant sind die Beobachtungen über paralytische Myosis bei Lähmungszuständen des Halssympathicus; doch verbietet uns der Raum näher darauf einzugehen.

Spasmodische Mydriasis beobachten wir bei *Meningitis spinalis*, im Reizungsstadium der Myelitis, sowie als Vorboten tabetischer Erscheinungen; ferner bei der sog. Spinalirritation; sie ist weiterhin ein nahezu konstantes Symptom der akuten Manie. Die bekannte Pupillenerweiterung bei Helminthiasis ist, wie auch einige andere Zustände, eine Reizungsmydriasis, welche auf mittelbarer Erregung des pupillenerweiternden Centrums beruht.

Paralytische Mydriasis kann vorkommen bei Hirntumoren, namentlich solchen an der Basis, ferner nach Apoplexien und bei Sinusthrombose.

Vom Verhalten der Pupille endlich bei ein- und doppelseitiger Erblindung verdienen nur noch jene ziemlich seltenen Fälle Erwähnung, in denen die Pupillenreaktion auf Licht nicht aufgehoben ist. Sie führen zur Annahme, dass diffuse, sämmtliche Fasern gleichmäßig in ihrer Leitungsfähigkeit beeinträchtigende Prozesse im *N. opticus* bei bestimmter Intensität zwar zur Aufhebung des Sehvermögens, aber noch nicht zur Sistirung der Pupillarreaktion führen, weil letztere ein feineres Reagens für Licht darstelle, als die Lichtperception (Heddaeus). Es wären sonach diejenigen doppelseitigen Amaurosen, bei denen die Reaktion auf Licht sich erhalten zeigt, entgegen der sonst geläufigen Ansicht, nicht centralwärts vom Abgang der Meynert'schen Fasern vom *Tractus opticus* zu lokalisiren, sondern auf solche diffuse Prozesse im Sehnerven selbst zurückzuführen. Hieher gehörten namentlich die Amaurosen bei Uraemie, nach schweren Organ- und Allgemeinleiden, sowie die sog. hysterische Amaurose. Als eine wesentliche Stütze für die vorgetragene Ansicht über die Natur und den Sitz dieser Erkrankung kann der Umstand dienen, dass in keinem der hieher gehörigen Fälle von doppelseitiger Amaurose, Hemianopsie der totalen Erblindung vorausgegangen ist.

H. Sattler (Erlangen).

Das Eiweiss auf seiner Wanderung durch den Tierkörper.

Von

Dr. Schmidt-Mülheim (Proskau).

Eine der bedeutungsvollsten Aufgaben der Ernährungsphysiologie ist die Erforschung der Bahnen sowie der chemischen Veränderungen des Eiweißes auf seiner Wanderung durch den Organismus. Von dieser Aufgabe ist erst ein kleiner Teil wirklich gelöst. Die gegenwärtigen Kenntnisse, soweit sie sich auf die tatsächliche Verfolgung der im Organismus verlaufenden Prozesse beziehen, lassen sich zweckmäßig in drei Abschnitten zur Darstellung bringen: der erste bespricht die Veränderungen des Eiweißes im Digestionsapparat, der zweite umfasst unser Wissen von dem Uebertritt des Eiweißes in den Säftestrom, und der letzte handelt von dem Schicksal des Eiweißes nach seinem Eintritt in die Blutbahn.

I. Die Veränderungen des Eiweisses im Digestionsapparat.

Das Studium der Eiweißverdauung nimmt seinen Anfang mit Beobachtungen Réaumur's und Spallanzani's. Erwiesen die erstern die Existenz eines besonderen Magensafts, so ergaben die andern die wichtige Tatsache, dass dieser Saft auch außerhalb des Körpers seine verdauende Kraft zu entfalten im Stande sei. Die Erkenntniss, dass

der Magensaft die Eiweißkörper löse, ist von der andern, dass diese Nährstoffe bei der Verdauung eine chemische Umwandlung erleiden, durch einen Zeitabschnitt von mehr als einem halben Jahrhundert getrennt. War es zwar inzwischen bekannt geworden, dass der Speisebrei beim Erhitzen nicht merklich gerinnt, so konnte von einer erfolgreichen Erforschung des Chemismus der Eiweißverdauung doch erst nach der Entdeckung des künstlichen Magensafts die Rede sein. An diese knüpft sich der Name Eberle. Jetzt isolirte Mialhe einen bei den künstlichen Verdauungen auftretenden Körper, der sich durch leichte Löslichkeit in Wasser, Unlöslichkeit in Alkohol, sowie durch Unveränderlichkeit beim Kochen und beim Behandeln mit Säuren charakterisirte. Dieses Verdauungsprodukt nannte er Albumose. Bald darauf lehrte Lehmann, dass bei der Pepsinverdauung der Eiweißkörper verschiedne, allerdings sehr ähnliche Körper gebildet wurden; er nannte sie Peptone, unterwarf sie der Elementaranalyse und fand, dass sie in ihrer Zusammensetzung von den Eiweißmuttersubstanzen nicht nennenswert abwichen. Auch verdanken wir Lehmann's Beobachtungen die heute noch mustergiltige Grenzreaktion zwischen den Peptonen und den Eiweißkörpern, nämlich die Essigsäure-Blutlaugensalzreaktion. Meissner ermittelte, dass neben Pepton noch ein zweiter Körper in ganz bemerkenswerter Menge gebildet werde; derselbe charakterisire sich durch seine Unlöslichkeit in jenen neutralisirten Flüssigkeiten, sowie durch seine leichte Löslichkeit im geringsten Ueberschuss von Säure oder Alkali. Dieser Körper, das Parapepton, lasse sich nicht in Pepton überführen. Mulder und Brücke stellten indessen fest, dass das Parapepton nur ein Durchgangsprodukt der Eiweißverdauung sei und dass es durch anhaltende Pepsinverdauung seiner ganzen Menge nach in Pepton verwandelt werden könne. Brücke gibt dabei an, dass das Parapepton nichts weiter sei als Syntonin, dass das Pepsin bei seiner Bildung kein notwendiger oder wesentlicher Faktor sei, dass es vielmehr durch bloße Einwirkung der Säure entstehe.

Andere vorläufige Bezeichnungen für Produkte der Pepsinverdauung rühren von Kühne her, der mit den Namen Antialbumose, Hemialbumose, Antipepton und Hemipepton verschiedene Körper belegt. Die Antialbumose soll sich hinsichtlich ihrer Reaktionen nicht von den Syntoninen unterscheiden, das aus ihr gebildete Pepton soll durch pankreatische Verdauung nicht in Amidosäuren übergeführt werden und wird Antipepton genannt. Die Hemialbumose sei die Vorstufe des Hemipeptons, d. h. eines Peptons, welches bei der pankreatischen Verdauung gleich weiter in Leucin, Tyrosin und andere Zersetzungsprodukte zerlegt werde. Die Hemialbumose sei in kaltem Wasser schwer, in heißem leicht löslich, sie werde in der Kälte durch Salpetersäure und Salzsäure gefällt, von geringem Ueberschusse der Säuren aber wieder gelöst. Leider hat uns Kühne bis zur Stunde weder eine be-

friedigende Beschreibung seines Untersuchungsverfahrens, noch eine völlig hinreichende Charakteristik seiner Körper gegeben.

Da die Meissner'sche Bezeichnung Parapepton ganz obsolet geworden und fast allenthalben die Meinung zu finden war, dass es sich bei der Eiweißverdauung einfach um Bildung von Syntonin und Pepton handle, so glaubte ich mit dem Namen Propepton einen von dem Syntonin verschiedenen Eiweißkörper belegen zu sollen, der in nicht zu späten Stadien der Pepsinverdauung in großen Mengen anzutreffen ist und als die nächste Vorstufe des Peptons aufgefasst werden muss. Dieser Körper ist sowol bei Gegenwart geringer Mengen von Säure als auch von Alkali in Wasser löslich. Diese Lösungen werden in der Siedhitze nicht coagulirt. Der Salpetersäure gegenüber zeigt er ein höchst beachtenswertes Verhalten: Salpetersäure fällt ihn in der Kälte, nimmt ihn beim Erwärmen aber wieder vollständig in Lösung. Das Propepton geht mit der Salpetersäure eine salzartige Verbindung ein, aus der beide Komponenten mit Leichtigkeit wieder abzuspalten sind. Diese Verbindung konnte ich in wolausgebildeten Sphärokrystallen erhalten. Das Propepton bildet sich nicht allein bei der Pepsin-, sondern auch bei der Trypsinverdauung und wird durch weitere Einwirkung der Verdauungsflüssigkeiten leicht und vollständig peptonisirt; auch wurde ermittelt, dass der Körper bei der künstlichen Regeneration des Eiweißes aus Fibrinpepton hervorgeht. Der Körper dürfte identisch sein mit dem Parapepton Meissner's, wol auch mit der Hemialbumose Kühne's. Die unlängst von Salkowski in bejahendem Sinne beantwortete Frage, ob neben diesem Körper noch Syntonin auftrete, wird mich an einer andern Stelle beschäftigen; hier sei nur kurz bemerkt, dass Salkowski's Methode zur Scheidung dieser beiden Körper ganz und gar ungenügend ist.

Nachdem Kühne gezeigt hatte, dass die pankreatische Verdauung zum Teil mit einer tiefgehenden Zersetzung des Eiweißes verbunden ist, richtete man auch bei der Pepsinverdauung sein Augenmerk auf das Vorkommen krystallinischer Zersetzungsprodukte. Lubavin und Möhlenfeld, Schüler Hoppe-Seyler's, stießen nun bei ihren Untersuchungen tatsächlich auf Leucin und Tyrosin; wenn sie aus der Anwesenheit dieser Körper geschlossen, dass sie aus Verdauungseiweiß hervorgegangen seien, so lag für diese Annahme wol nur so lange einige Wahrscheinlichkeit vor, als es unbekannt geblieben, dass bei der Extraktion der Magenschleimhaut mit Glycerin (die Genannten bedienten sich solcher Extrakte) eine bedeutende Menge von Leucin und Tyrosin in das Extrakt tritt. Kühne hat auf letztern Punkt mit Nachdruck hingewiesen und angegeben, dass bei der Anwendung seiner Extrakte keine Spur von Leucin und Tyrosin nachzuweisen sei. Hoppe-Seyler hat dennoch unlängst wieder hervorgehoben, dass bei verlängerter Einwirkung der Verdauungsflüssigkeit aus den Peptonen langsam Leucin, Tyrosin und unbekannte Körper gebildet würden.

Ein neues Stadium für die Erforschung der Eiweißverdauung knüpft sich an den Nachweis der eiweißverdauenden Kraft des Bauchspeichels. Corvisart lehrte zuerst, dass der pankreatische Saft ganz wie der Magensaft Eiweißkörper in wahre Peptone verwandle und zwar unabhängig von der Reaktion der Verdauungsflüssigkeit. Diese Angaben stießen auf heftigen Widerspruch, den beseitigt zu haben im Wesentlichen das Verdienst Meissner's ist. Meissner hebt bei dieser Gelegenheit besonders hervor, dass nur bei schwach saurer Reaktion der Verdauungsprozess rein verlaufe, während bei Anwendung neutraler oder alkalischer Pankreasinfuse gleichzeitig Fäulnissprozesse zugegen seien.

Handelt es sich nun bei der Magenverdauung wesentlich um Hydratationsvorgänge, denn die Peptone verhalten sich zu den Eiweißstoffen wie die Hydrate zu den Anhydriden, so ist, wie Kühne nachwies, die Bauchspeichelverdauung zum Teil mit einer tiefgehenden Zersetzung der Eiweißkörper verknüpft. Kühne selbst fand von derartigen Zersetzungsprodukten nicht unerhebliche Mengen von Leucin und Tyrosin vor und glaubt sich zu der Annahme berechtigt, dass bei der Trypsinverdauung (Trypsin nennt Kühne das eiweißverdauende Ferment des Bauchspeichels) zwei Stadien zu unterscheiden seien: im ersten werde das Eiweiß peptonisirt, im zweiten eine Hälfte der Peptone (Hemipepton) weiter zersetzt, während die andere als Antipepton übrig bleibe.

Zu den genannten Amidosäuren fügten Radziejewsky und Salkowski als weiteres pankreatisches Zersetzungsprodukt der Eiweißkörper die Asparaginsäure.

Nachdem Kühne bereits angedeutet, dass bei der Einwirkung des Pankreas auf Eiweißkörper auch Indol gebildet werde, hat Nencki diesen Körper exakt nachgewiesen. Haben die Genannten auch anfänglich das Indol für ein wahres Verdauungsprodukt ausgegeben, so haben sie sich doch später selbst davon überzeugt, dass dieser Körper nur der Fäulniss sein Dasein verdanke.

Auf das bisher mitgeteilte haben sich bis vor Kurzem unsere Anschauungen von den chemischen Veränderungen des Eiweißes im lebenden Magen gestützt, denn Beobachtungen an Magenfisteln (Beaumont, Bassow und Blondlot) sowie an Darmfisteln (Busch, Thiry) konnten nur das Studium der Mechanik der Verdauung fördern, während sie die Kenntnisse von den chemischen Vorgängen nicht nennenswert bereichert haben. Das Gleiche gilt für die Beobachtungen Gosse's, der verschiedene Zeiten nach der Mahlzeit erbrochene Speisen untersuchte. Kenntnisse von den chemischen Veränderungen, welche die Eiweißkörper innerhalb des Digestionsapparats faktisch erleiden, haben wir bis vor Kurzem nicht besessen.

Als ich Methoden fand, welche eine leichte und scharfe Trennung sowie eine quantitative Bestimmung der verschiedenen Verdauungs-

produkte gestatteten, da strebte ich den Veränderungen, welche das Eiweiß innerhalb des Verdauungsapparats selbst erfärt, mit der Wage in der Hand nachzugehen, und es entstanden Untersuchungen, die sich mit der Verdauung des Fleisches innerhalb des Digestionsapparats des Hundes beschäftigen.

Als Versuchstiere dienten Hunde, die in Körpergewicht (7—9 Kgm.) und Race möglichst übereinstimmten. Sie weilten in gewöhnlichen Käfigen. Durch zweitägiges Hungern wurde ihr Magen und der größte Teil ihres Darmkanals von alten Futterrückständen befreit. 24 Stunden vor Verabreichung des Versuchsfutters erhielten sie 50 Grm. Kalbsknochen, durch sie bildet sich ein hellgrauer trockner Koth, der den auf den Versuch fallenden Teil des Darminhaltes von etwaigen älteren Futterrückständen schwach trennt.

Das Versuchsfutter bestand aus bestem Pferdefleisch, welches auf einer Fleischneidemaschine zerkleinert und alsdann eine Viertelstunde gekocht wurde. Behufs der Entfernung von stickstoffhaltigen krystallinischen Bestandteilen (Kreatin etc.) sowie von etwa anhängendem Pepton, wurde das gekochte Fleisch auf einem Siebe ausgewaschen. Zur Erhöhung der Schmackhaftigkeit des so zubereiteten Futters dienten kleine Zusätze von Kochsalz. Der Eiweißgehalt des Versuchsfutters wurde durch Stickstoffbestimmungen nach dem Dumas'schen Verfahren ermittelt.

Jeder Hund erhielt 200 Grm. Fleisch. Nach Ablauf bestimmter Zeiten wurden die Tiere durch Injektion von Cyankalium getötet. Sofort nach dem Eintritte des Todes wurde der ganze Mageninhalt, sowie der bis an den Knochenkot reichende Teil des Darminhalts sorgfältigst gesammelt und es wurden nach Zerstörung der Verdauungsfermente mittelst Aufkochens beide Teile gesondert der Analyse unterworfen.

Eine Scheidung der Verdauungsprodukte von dem unverdauten Fleische bewirkte man durch Auspressen der gekochten Massen und wiederholtes Auswaschen der Pressrückstände. Die auf diesem Wege erhaltenen Lösungen klärte man durch Filtration, während die sorgfältig gesammelten unverdauten Massen getrocknet wurden, damit später aus ihrem Stickstoffgehalte die Menge des unverdauten Fleisches bestimmt werde.

In den klaren Lösungen der Verdauungsprodukte konnte das nicht peptonisirte Eiweiß durch bloßes Aufkochen bei Gegenwart von essigsaurem Eisenoxyd nach voraufgegangner Abstumpfung der sauren Reaktion so vollständig ausgefällt werden, dass in den Filtraten auf Zusatz von Essigsäure und Blutlaugensalz nicht die Spur einer Trübung mehr entstand. Der braune Eiweißniederschlag wurde auf dem Filter gesammelt, gehörig ausgewaschen und bei 100° getrocknet. Aus seinem Stickstoffgehalte berechnete man die Menge des in Lösung gegangnen noch nicht peptonisirten Eiweißes.

Als ein vortreffliches Mittel für die Ausfällung des Peptons aus den eiweißfreien Filtraten bewährte sich die Phosphorwolframsäure; sie scheidet diesen Körper so vollständig ab, dass die sog. Biuretreaktion, welche nach meinen Beobachtungen von 1 : 10,000 noch eine wahrnehmbare Rotfärbung bewirkt, in den Filtraten kein Pepton mehr nachzuweisen vermag. Der Phosphorwolframsäureniederschlag wurde wie der Eisenniederschlag behandelt und aus seinem nach dem Dumas'schen Verfahren ermittelten Stickstoffgehalte die Menge des Peptons berechnet.

Der Darminhalt wurde auch noch auf krystallinische Zersetzungsprodukte untersucht. Zu dem Zwecke dampfte man die eiweiß- und peptonfreien Lösungen zur Trockne ein, extrahirte einen Teil des Rückstandes mit heißem Alkohol, stellte das eingeengte Extrakt zur Krystallisation hin und untersuchte es nach einiger Zeit auf die leicht erkennbaren Leucinkrystalle. In einem andren Teile des Rückstandes suchte man mit Hilfe der Piria-Städeler'schen Reaktion Tyrosin nachzuweisen. Ein letzter Teil endlich diente dazu, um an der Hand von Stickstoffbestimmungen Aufschluss über die Menge der im Darminhalte vorhandenen krystallinischen Zersetzungsprodukte der Eiweißkörper zu erhalten. Wegen der Beimengung von Gallenbestandteilen zum Speisebrei haben die auf diesem Wege ermittelten Werte natürlich nur die Bedeutung von Annäherungen, und es wird die Menge des Leucins und Tyrosins in Wirklichkeit geringer gewesen sein, als die Stickstoffbestimmungen ermittelt haben.

Ueberhaupt musste bei den Versuchen von einer Eliminirung der durch das Zuströmen der Verdauungssäfte bedingten Fehler einstweilen Abstand genommen werden. Mit Ausnahme des eben berührten Punktes können aber die hierdurch erzeugten Fehler, wie sich auch aus dem Folgenden ergeben wird, unmöglich hoch zu veranschlagen sein.

Hinsichtlich der Magenverdauung ergeben meine Versuche, dass zu ihrem Ablaufe ein größerer Zeitraum erforderlich ist, als man gewöhnlich annimmt. Während allgemein angegeben wird, das Fleisch weile höchstens 5—6 Stunden im Magen, fand sich hier, dass nach der Verabreichung mäßiger Quantitäten eines Fleisches, dem durch tüchtiges Zerkleinern und durch Kochen eine möglichst leichte Verdaulichkeit gegeben war, noch nach Ablauf von 9 Stunden ein nicht unerheblicher Teil unverdaut im Magen war und erst nach Ablauf von 12 Stunden konnte die Magenverdauung als abgeschlossen betrachtet werden. Die Magenverdauung begann bald nach erfolgter Einfuhr des Fleisches, erreichte ihren größten Umfang um die zweite Stunde, nahm von dieser bis gegen die neunte Stunde langsam ab und erreichte gegen die zwölfte Stunde ihr Ende.

Ueberraschend gestaltete sich auch die physikalische Beschaffenheit des Mageninhalts. Während künstliche Verdauungsversuche nur

bei Gegenwart eines bedeutenden Quantums Wasser günstige Erfolge liefern, und während man die Menge des secernirten Magensafts allgemein als eine sehr bedeutende bezeichnet, fand ich den Mageninhalt — wenigstens gilt dieses für die ersten sechs Stunden der Verdauung — von einer auffallend trocknen Beschaffenheit.

Hinsichtlich der Verdauungsprodukte ergaben meine Versuche, dass die Peptonisirung der Eiweißkörper innerhalb des Verdauungsapparats in einem weit größerm Umfange erfolgt, als man bisher vermutet hat. Die auf die Ergebnisse künstlicher Verdauungsversuche gestützte Annahme Brücke's, die Endprodukte der Einwirkung des Pepsins in saurer Lösung kämen bei der Verdauung erst in zweiter Linie in Betracht, und es werde das Eiweiß der Hauptmasse nach in einfach gelöstem Zustande resorbirt, konnte durch meine Versuche durchaus nicht bestätigt werden, vielmehr zeigte sich hier die Peptonisirung im Magen allein bereits so umfangreich, dass mir die Annahme gerechtfertigt scheint, der allergrößte Teil des genossenen Eiweißes werde bereits in Pepton übergeführt, noch ehe er Gelegenheit habe, mit dem pankreatischen Eiweißfermente überhaupt in Berührung zu kommen.

Es fanden sich nämlich im Magen vor:

Zeit nach der Fütterung.	Verdauungsprodukte überhaupt.	Pepton.
1 Stunde	5,349 Grm.	3,087 Grm.
2 „	5,448 „	3,685 „
4 „	5,398 „	3,312 „
6 „	5,008 „	2,912 „
9 „	5,052 „	3,242 „

Es trat mir hier die überraschende Erscheinung entgegen, dass die Menge der im Magen befindlichen verdauten und gelösten Eiweißstoffe zu allen Zeiten der Verdauung annähernd dieselbe war und weiter fand sich, daß sich in der Menge des im Magen befindlichen Peptons zu den verschiedenen Zeiten nur unerhebliche Differenzen zeigten.

Es scheint also, dass nach der Bildung einer bestimmten Menge von Verdauungsprodukten die Abfuhr dieser Produkte gleichen Schritt mit der Verdauung hält, so dass es niemals zu einer Anhäufung von Verdauungsprodukten kommt. Welche Mechanismen hierbei im Spiele sind, kann zur Zeit nicht mit Sicherheit entschieden werden. Wir wissen nicht, ob der Magen über Einrichtungen verfügt, welche jeden Ueberschuss an Verdauungsprodukten direkt in den Darm leiten oder ob er selbst im Stande ist, eine Resorption im Umfange der Verdauung auszuführen. Während der oben bereits hervorgehobene geringe Flüssigkeitsgehalt des Mageninhalts es unwahrscheinlich macht, dass dieses Organ nach Art eines mit Flüssigkeit gesättigten Schwammes

seinen Inhalt in den Dünndarm treibt, sprechen doch wieder die mit dem Mageninhalte ziemlich übereinstimmender Reaktionen der Verdauungsprodukte des Darminhalts dafür, dass ein nicht unerheblicher Teil der gelösten Stoffe des Magens in den Darmkanal gelangt.

Hinsichtlich der Darmverdauung wurde zunächst festgestellt, dass der Dünndarminhalt des Fleischfressers stets von saurer Reaktion ist. Nicht allein in den obern Abschnitten des Dünndarms zeigte sich ein saurer Inhalt, sondern auch die braunen und weniger zähflüssigen Massen, denen man am Endabschnitte des Dünndarms begegnet, reagiren oftmals noch schwach sauer. Dieser Befund widerlegt die allgemeine Angabe, dass der Zufluss der drei alkalischen Verdauungssäfte im Stande sei, dem Dünndarminhalt sofort eine alkalische Reaktion zu verleihen.

Dieses Verhalten des Dünndarminhalts hat nun für den Ablauf der pankreatischen Verdauung ein hervorragendes Interesse. Während nämlich alkalische Verdauungsgemische sehr schnell Fäulnisserscheinungen zeigen, und während in ihnen schon sehr bald krystallinische Zersetzungsprodukte und Indol in größerer Menge auftreten, tragen die Prozesse bei der Einwirkung eines sauren Pankreasinfuses auf Eiweißkörper durchaus den Stempel reiner Verdauungen. Bei Anwendung von Drüsenauszügen, zu deren Bereitung eine Salzsäure von 20,00‰ benutzt wurde, konnte ich feststellen, dass die Verdauung selbst größerer Mengen von Fibrin noch ziemlich schnell erfolgte und dass die Verdauungsflüssigkeiten noch nach vierzehntägiger Aufbewahrung bei 40° einen durchaus frischen Geruch besaßen. Sie enthielten nicht die Spur von Indol und waren verhältnissmäßig arm an Leucin und Tyrosin.

Doch auch nach einer andern Richtung hin dürfte die saure Reaktion des Darminhalts von hoher Bedeutung sein. Die Säure bedingt nämlich im Dünndarm einen zähen gelben Niederschlag, der sich mit Leichtigkeit löst, sobald die Säure abgestumpft wird; aus letzterm Grunde findet man ihn in den allerletzten Abschnitten des Dünndarms in der Regel nicht mehr. Dieser Dünndarmniederschlag, der zum allergrößten Teile aus einer Verbindung der Taurocholsäure mit dem Pepton besteht, hat für die Sistirung der Pepsinverdauung eine hohe Bedeutung. Brücke hat uns gezeigt, dass das Pepsin in hohem Grade die Eigenschaft besitzt, sich kleinen festen Körpern anzuhängen; dieses Adhäsionsvermögen ist so erheblich, dass Brücke es für die Darstellung des Pepsins benutzt hat. Der zähe Dünndarmniederschlag wird nun für eine solche Ausfällung des Pepsins in hohem Grade geeignet sein und es wird dieses Ferment erst wieder in Freiheit treten, nachdem der Gallenniederschlag wieder in Lösung gegangen ist. Durch Kühne davon unterrichtet, dass das Pepsin in saurer Lösung das pankreatische Eiweißferment zu zerstören vermag, sehen wir ein, dass die Rolle des Niederschlags für den Ver-

dauungsprozess darin bestehen dürfte, das Trypsin vor der Zerstörung durch den Magensaft zu schützen. Ist das Pepsin im Endabschnitte des Dünndarms wieder in Freiheit gelangt, so vermag es keinen Schaden mehr anzustiften, denn Pepsin in alkalischer Lösung ist völlig unwirksam.

Hinsichtlich der im Darmkanal vorhandenen Verdauungsprodukte wurde ermittelt, dass auch hier das Pepton stets am reichlichsten vertreten ist. Neben diesem wurden stets nicht unerhebliche Mengen von gelöstem aber noch nicht peptonisirten Eiweiß vorgefunden. Der Darm enthielt dabei stets eine weit geringere Menge von Verdauungsprodukten als der Magen (im günstigsten Falle gestaltete sich das Verhältniss etwa wie 1 : 3) und ich fand niemals ein nennenswertes Quantum verdaubaren Futters in ihm vor. Krystallinische Zersetzungsprodukte beherbergte der Darm in so spärlicher Menge, dass die Annahme gerechtfertigt scheint, dass unter physiologischen Verhältnissen von der Umwandlung und Resorption einer irgend nennenswerten Eiweißquote in dieser Gestalt nicht die Rede sein kann.

Die Versuche gestatteten auch, die Zeit zu bestimmen, in welcher unverdaute Fleischrückstände nach außen gelangen und es wurde in einem Falle ermittelt, dass ein Teil des Futters bereits in 9 Stunden den ganzen Verdauungsapparat des Hundes passirt hatte.

Erklärung.

Wir sehen uns veranlasst einen Irrtum zu berichtigen, der von uns durch ein Versehen gemacht worden ist. Es war nämlich unter unserer Mitteilung im „Biolog. Centralbl." Nr. 7 das Pflanzenphysiologische Institut zu München als der Ort der Untersuchung angegeben, was lediglich ein Versehen war. Die ganze Untersuchung war unsre Privatarbeit; auch die mikroskopischen Arbeiten wurden weder im pflanzenphysiologischen Institut noch ohne Kenntniss des Vorstands desselben gemacht, und sind wir allein für den Gesammtinhalt jener Arbeit verantwortlich.

O. Loew. Th. Bokorny.

Berichtigungen.

S. 240 Zeile 23 von oben lies: 0,2 statt 0,1.
S. 243 Zeile 13 von unten lies: statische statt elastische.
S. 250 Zeile 24 von oben lies: schwächere resp. schwächern statt stärkere resp. stärkern.
S. 250 Zeile 17 von unten lies: Reize statt Netze.

Einsendungen für das „Biologische Centralblatt" bittet man an die **„Redaction, Erlangen, physiologisches Institut"** zu richten.

Die Herren Mitarbeiter, welche Sonderabzüge zu erhalten wünschen, werden gebeten, die Zahl derselben auf den Manuskripten anzugeben.

Verlag von Eduard Besold in Erlangen. — Druck von Junge & Sohn in Erlangen.